

**PROCESS FOR LONGITUDINALLY STRETCHING A THERMOPLASTIC FILM
HAVING AT LEAST TWO LAYERS AS WELL AS APPARATUS
FOR CARRYING OUT THE PROCESS**

[Verfahren zum Laengsrecken einer zumindest zweischichtigen
thermoplastischen Kunststoffolie sowie Vorrichtung zur
Durchfuehrung des Verfahrens]

Peter Wellenhofer et al

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
Washington, D.C. November 2004

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

Country : Federal Republic of Germany
Document No. : 28 33 189
Document Type : Published patent application
Language : German
Inventor : Peter Wellenhofer and Manfred
Lange
Applicant : Brueckner Maschinenbau Gernot
Brueckner GmbH & Co KG, Siegsdorf,
Federal Republic of Germany
IPC : B 29 D 7/24
Application Date : July 28, 1978
Publication Date : January 24, 1980
Foreign Language Title : Verfahren zum Laengsrecken einer
zumindest zweischichtigen
thermoplastischen Kunststoffolie
sowie Vorrichtung zur
Durchfuehrung des Verfahrens
English Title : **PROCESS FOR LONGITUDINALLY
STRETCHING A THERMOPLASTIC FILM
HAVING AT LEAST TWO LAYERS AS WELL
AS APPARATUS FOR CARRYING OUT THE
PROCESS/1¹**

¹ Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

Patent Claims:

1. A process for longitudinally stretching a thermoplastic film consisting of at least two layers, said layers having a different melting point, where the higher melting layer can be orientated and the lower melting layer can be heat sealable, in which the plastic film that has been heated to stretching temperature is guided with partial peripheral contact in zigzag or meandering style over a group of stretching rollers tempered to the optimal friction value of the low melting layer, whose peripheral speeds increase in the running direction of the plastic film, wherein the plastic film (2) is heated to the heating temperature (T_0) lying above the stretching temperature (T_R) of the higher melting layer (9) as well as the bonding temperature (T_K) of the lower melting layer (10a) before reaching the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b), and is cooled almost suddenly over a short period of time to a temperature (T_{KW}) lying considerably below the bonding temperature (T_K), whereby the temperature of the higher melting layer is brought to the stretching temperature (T_R).

2. The process of claim 1, wherein when a three-layer plastic film with two outer low melting layers (10a, 10b) is used, both of these layers are subjected to an almost sudden

cooling from both sides after their previous heating at the heating temperature (T_0).

3. The process of claim 1 or 2, wherein the plastic film (2) is heated without contact to the heating temperature (T_0).

4. An apparatus for carrying out the process of the invention of one of the claims 1 or 3, having a group of stretching rollers and a heating device for the plastic film connected ahead of one of the stretching rollers, wherein at least one cooling roller (4a), which is connected directly ahead of the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b) and over which the plastic film (2) with the low melting layer can be guided, is provided between the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b) and the heating device (3).

5. The apparatus for carrying out the process of the invention of claims 2 or 3, having a group of stretching rollers and a heating device for the plastic film connected ahead of the rollers, wherein at least two cooling rollers (4a, 4b) or a multiple thereof are provided between the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b) and the heating device (3), and said cooling rollers are connected directly ahead of the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b) over which the plastic film (2) can be guided.

6. The apparatus of claim 4 or 5, wherein the cooling roller (4a, 4b) can be height adjustable to change the angle of contact.

7. The apparatus of one of the claims 4 through 7, wherein the first cooling roller (4a) is connected ahead of the cooling nozzle arrangement (11a, 11b) directed against the lower melting layer or layers (10a, 10b).

8. The apparatus of one of the claims 4 through 7, wherein the cooling rollers (4a, 4b) are mounted in no-load operation.

9. The apparatus of one of the claims 4 through 7, wherein the cooling rollers (4a, 4b) are driven and constitute a component of the group of the stretching rollers (5a, 5b, 6a, 6b).

The invention concerns a process according to the preamble of patent claim 1 as well as an apparatus for carrying out the process.

Heat sealable biaxially stretched thermoplastic films, in particular polypropylene films, have been produced until now predominantly with two separate processes.

In the first process step, the biaxially stretched polypropylene film was produced pursuant to different processes, which will be explained below.

In the second process step, this film was provided with at least one heat sealable outer layer on one or both sides via coating machines or by extrusion coating.

The biaxially stretched polypropylene film was produced essentially according to three different method steps.

In the film bubble stretching process, the plastic melt is extruded from an annular nozzle, cooled as rapidly as possible with the aid of suitable means, and heated again to stretching temperature. The actual stretching takes place by creating an overpressure in the bubble and by adjusting a specific take-off speed at a pinched location. The stretching ratios in the longitudinal and transversal direction are in the normal case between 5:1 and 9:1, so that a surface stretching ratio of 40:1 to 50:1 can be reached.

In the flat film simultaneous stretching process, the plastic melt is pressed out of sheet extrusion dies and guided to a cooling roller or a water bath. The cooled film is subsequently heated to stretching temperature and at the same time stretched in the longitudinal and transversal direction by means of a diverging spindle pair via a progressing increase in connection with gripping hooks or by means of diverging paths in connection with slidable lattice grate chains with gripping hooks together with progressively narrowing chain paths. The

stretching ratios are consequently similar to those in the film bubble stretching process.

In the flat film two-step stretching process, the melt is extruded out of a sheet extrusion die onto a cooling roller or into a water bath, similarly as in the flat film simultaneous stretching process. However, the cooled film is subsequently guided into a longitudinally stretching machine, in which it is first preheated to stretching temperature and then stretched in length between stretching rollers with small diameters. The desired longitudinal stretching ratio is consequently achieved via a corresponding adjustment of the differences in peripheral speed of the stretching rollers. The longitudinally orientated film is then guided directly into a transversely stretching machine, which is similar in principle to a textile tenter frame, but with the difference that the gripping systems that hold the film edges are guided over diverging tracks in order to

/2

achieve the necessary stretching ratio in the transversal direction.

The film bubble stretching process is applied even today in particular in Great Britain and the USA. The flat film simultaneous stretching process has been unsuccessful until now because of the mechanical complexity and the limited machine

speeds resulting therefrom together with the limited production capacity. The flat film two-step stretching process allows large production capacities per unit, which are currently at about 2000 kg/hour of finished film. This process has become popular therefore because of its economy.

A central layer of thermoplastic, in particular of polypropylene homopolymer, has been provided lately with outer layers of low melting heat sealable polymers in a single step by coextrusion. This three-layer film is thereafter biaxially stretched by means of one of the three above-described stretching processes. The relatively expensive discontinuous application of heat sealable outer layers can be bypassed.

The invention concerns exclusively the longitudinal stretching within the above-described flat film two-step stretching process in accordance with the new process variant. In a conventional process of this kind for producing single-layer biaxially stretched films, the temperatures of preheating rollers contained in a longitudinally stretching machine are adjusted in such a way that the film is brought to the optimal stretching temperature (approx. 130°C) immediately before reaching stretching rollers with small diameters. The stretching rollers themselves were heated in such a way that the greatest possible friction coefficient is achieved, but

preventing the film from bonding to the stretching rollers. The optimal stretching temperature and the temperature required to reach an optimal friction coefficient are almost identical, so that no problems occurred.

In the newer process variant for stretching coextruded films with outer layers having lower melting temperatures, on which the preamble of patent claim 1 is based, it was taken into consideration that the achievement of the optimal stretching temperature is directly opposed to the lower melting temperature of the outer layers, since the low melting outer layers bond easily to the roller at the optimal stretching temperature. The effect of the polymers, which are currently used, wherein the temperatures of the preheated rollers and the stretching rollers can be reduced for the outer layers that have a melting temperature of a little under 140°C, was exploited according to the state of the art without a noticeable change in the quality of the central layer of polypropylene homopolymer stretched in this way with respect to the process execution at the optimal stretching temperature. Only one increase of the necessary drive capacity was detected. This effect was assumed to be caused by a specific initiator effect of the low melting layer and therefore of the plastic outer layers. The optimal friction coefficient at the stretching rollers was reached in the lower

melting outer layers with correspondingly low temperatures at the stretching rollers.

It is sought to be able to utilize the heat sealable plastics that are already useful today for the purpose of a further processing of the outer layers because of their considerably low melting and sealing temperatures. It has been shown that when using these heat sealable plastics, the temperatures of the preheating and stretching rollers must be reduced so much to prevent the bonding of the low melting outer layers to the rollers, that a stretching of the central layer, preferably of polypropylene homopolymer, would no longer be possible or a stretching at the relatively low temperatures reached in this way would lead to a reduction in quality.

It is an object of the invention to achieve a longitudinal stretching of such a two-layer film in a stretching roller arrangement, preferably in a first process step that serves for the biaxial stretching, wherein a bonding of the film surface to the stretching rollers is prevented.

The object pursuant to the invention is attained with the characteristic features of patent claim 1.

By way of the sudden drop of the temperatures that act on the low melting layer is produced an essentially constant temperature pattern that is such from the low melting layer to

the high melting layer at least during the stretching procedure, that the higher melting temperature layer is at the optimal stretching temperature, while the lower melting layer has a temperature that is below the bonding temperature corresponding to the optimal friction coefficient with respect to the stretching rollers. In the ideal case, the temperature function pattern vertical to the film surface corresponds to a jump function, wherein the low melting layer has a constant temperature over its entire thickness, which corresponds to the optimal friction coefficient, while the temperature increases suddenly to the higher value according to the optimal stretching temperature at the transition surface between the two layers. This last-mentioned temperature value should again remain constant in the ideal case over the entire thickness of the high melting layer. In the practice, these conditions can only be reached approximately, but a monotonous increase of temperature from the outer surface of the low melting layer toward the transition surface between the lower and higher temperature layer is not considerable, since the prevention of the reaching of the bonding temperature or of the optimal friction coefficient is only dependent upon the temperature existing on the outer surface of the low melting layer. The pattern of the temperature function vertical to the surface of the high melting

layer is also not constant in the practical process execution, but it is possible to prevent the temperature over the entire thickness of the higher melting layer from falling below a minimum stretching temperature. Overall, a bonding to the stretching rollers can be prevented at least during the stretching procedure, on the one hand, by chilling the low melting layer and, and on the other hand, because the temperature of the higher melting layer remains above the minimum stretching temperature during the stretching procedure as a consequence of the heat capacity of the film or film layers.

The production of a three-layer film is achieved with a further development pursuant to patent claim 1. While in the process according to patent claim 1, the temperature function /3 vertical to the film surface runs asymmetrically to the film surface, this function has two symmetrical branches in the further development pursuant to patent claim 2.

With the further development pursuant to patent claim 3, it is possible to heat the lower melting layer or layers without a problem to a temperature that is considerably than the bonding temperature, so that finally the optimal stretching temperature can be reached during the actual stretching procedure in the high melting layer.

With the further development pursuant to patent claim 4 is created a practical apparatus for carrying out the process pursuant to claims 1 and/or 3, with which it is possible to reach an optimized pattern of temperature gradients in a two-layer film directly before the stretching procedure. With the embodiment pursuant to patent claim 5, the object can also be attained for a three-layer film having two outer low melting layers and one central high melting layer.

With the further development pursuant to patent claim 6, it is possible to adjust the optimal pattern of the temperature function in dependence upon the layer material of the plastic film as well as the material thickness and other parameters. The embodiment pursuant to patent claim 7 represents a further means for the optimization of the temperature function.

With the selective further developments pursuant to patent claims 8 and 9 can be achieved further adaptations of the apparatus to different material thicknesses and measurements for the purpose of obtaining an optimal temperature function.

The invention will be described in further detail in the following with reference to the drawings, wherein:

Fig. 1 shows an exemplary embodiment of an apparatus for carrying out the process of the invention in schematic lateral view in connection with a diagram for representing the

temperature that acts respectively on a plastic film to be treated.

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d, 2e show different diagrams that depict the respective temperature pattern of a film to be treated in the apparatus of Fig. 1 in the vertical direction to the film surface at different locations of the apparatus, wherein a plastic film having a higher melting central layer and two low melting outer layers are placed.

Fig. 3 shows a joint depiction of Figs. 2c and 2d in the same enlarged scale.

The following identifiers are utilized for the occurring temperatures:

T_F = film temperature

T_K = bonding temperature

T_V = preheating temperature

T_O = heating temperature

T_{KW} = cooling roller temperature

T_R = stretching temperature

T_{RW} = stretching roller temperature

The apparatus shown in Fig. 1 comprises three preheating rollers 1a, 1b, 1c, around which is guided in zigzag style a three-layer thermoplastic film 2 that is to be longitudinally stretched. The plastic film 2 comprises two low melting heat

sealable outer layers 10a, 10b (Fig. 2a, 2c) and a high melting central layer 9 (Fig. 2a, 2c) that is to be longitudinally stretched. Within the region of the preheating rollers 1a-1c, the preheating temperature T_v increases in a monotonous manner within the three-layer film in the running direction, but remains below a softening or bonding temperature T_k of the low melting outer layers. The preheating temperature T_v of the film increases, for example, to 115°C, while the bonding temperature T_k should be, for example, 120°C.

After leaving the preheating rollers 1a-c, the film 2 is brought without contact to a heating temperature T_0 of, for example, of 160°C, via the heating device 3, which can be equipped, for example, with infrared radiators, and this temperature is considerably higher than the stretching temperature T_R of the high melting central layer 9, and is even higher than the bonding temperature T_k of the low melting layers 10a, 10b.

After leaving the heating device 3, the film 2 is guided in zigzag to a pair of cooling rollers 4a, 4b, which in this case are driven at a peripheral speed V_1 . The cooling rollers 4a, 4b are kept at a cooling roller temperature T_{KW} , which is considerably lower than the bonding temperature T_k , and can be,

for example, lower than 115°C . The temperature of the low melting outer layers 10a, 10b can in this way be reduced suddenly to a value that does not allow a bonding to the subsequent group of stretching rollers 5a, 5b, 6a, 6b.

The stretching rollers 5a, 5b are driven at a peripheral speed V_1 , the stretching rollers 6a, 6b are driven at a higher peripheral speed V_2 , so that a stretching gap 7 is produced between the stretching rollers 5b and 6a. The stretching rollers 5a, 5b, 6a, 6b are kept at a stretching roller temperature T_{KW} , which is below the bonding temperature T_K of the low melting outer layers and can amount, for example, to 115°C .

The film 2 arrives, if desired, via further heating rollers 8a, 8b at a common transversal stretching station, which does not constitute a component of the invention. The merely longitudinally stretched film 2 pursuant to Fig. 1, however, can also be utilized in these applications, but does not require in any case an additional transversal stretching.

According to Fig. 2, the mentioned thermoplastic film 2 consists in connection with the exemplary embodiment of Fig. 1, of a high melting longitudinally stretched central layer 9 and two low melting heat sealable outer layers 10a, 10b. The thickness of the layers 10a, 10b is considerably less in the example than that of the high melting central layer 9. The

total thickness of the film 2 corresponds to a value d . In the right part of Fig. 2a is shown the pattern $f(T_F)$ of the film temperature T_F in the region of influence of the preheating temperature T_V vertical to the film surface. As a comparison are also entered the bonding temperature T_K and the stretching temperature T_R .

Fig. 2b shows the pattern $f(T_F)$ of the film temperature T_F vertical to the film surface in the region of the heating temperature T_0 . The temperature pattern $f(T_F)$ has the form of a parabola having two symmetrical branches.

According to Fig. 2c, within the range of the cooling /4 rollers 4a, 4b and under the effect of the cooling roller temperature T_{KW} results a temperature pattern $f(T_F)$ within the film corresponding to an average peak curve that is approximately mirror-image with respect to the parabola function $f(T_V)$ in Fig. 2b. While, according to Fig. 2b, the temperature of the low melting outer layers 10a, 10b is essentially higher within the range of the heating device 3 than the bonding temperature T_K , the temperature at least at the two outer surfaces of these layers drops below the latter temperature according to Fig. 2c.

If the film reaches the region of the stretching rollers 5a, 5b, 6a, 6b having the stretching roller temperature T_{RW}

pursuant to Fig. 2d, which is essentially higher than the cooling roller temperature T_{KW} , a temperature pattern $f(T_F)$ is produced within the film, which is similar to that of Fig. 2c, but has a distinctively flat profile. The temperature at the outer surfaces of the low melting outer layers 10a, 10b is still below the bonding temperature T_K , as is intended, while on the other hand, the temperature essentially never exceeds or falls below a value corresponding to the optimal stretching temperature T_R over the entire thickness of the high melting layer 9. The balancing of the two peaks of the function $f(T_F)$ depends from the applied temperatures, the holding times, the heat transition values, and the material parameters.

Fig. 2c shows the ideal pattern of the function $f(T_F)$ vertical to the surface of the film. As results from the comparison of Figs. 2d and 2e, a good and useful approximation to the ideal temperature pattern is achieved in the practice (Fig. 2d).

The aforementioned process depicted in the drawings can be applied also on the two-layer thermoplastic film having merely a single low melting layer (for example, layer 10a). In this case, the temperatures can be adjusted in such a way that a temperature pattern results vertical to the surface which is similar to the upper branch of the function $f(T_F)$ of Figs. 2a-2d

or 2e. While in a two-layer plastic film in principle merely one single cooling roller is required, for example, the cooling roller 4a, for a three-layer plastic film are required at least two cooling rollers 4a, 4b or a multiple number thereof as shown in Fig. 1.

In order to adjust the desired temperature pattern $f(T_F)$ within the film, it has been shown to be advantageous in the adaptation to different parameters (for example, material, measurements, thickness of the film) to configure the cooling rollers 4a, 4b to be height adjustable in order to achieve a change of the angle of contact. According to the exemplary embodiment of Fig. 1, also the cooling roller 4b could be height adjusted by a variable value h .

In order to reinforce the cooling effect, a cooling nozzle arrangement 11a, 11b directed against the low melting layer or the two low melting layers 10a, 10b could also be connected ahead of the first cooling roller 4a, 4b. The cooling rollers 4a, 4b can also be mounted in no-load operation, and as a consequence they do not constitute a component of the stretching roller group 5a, 5b, 6a, 6b.

The inventive idea is preferably applicable in a coextrusion process, in which one or both low melting outer layers can be applied on the central high melting layer in one

single process step. However, also other coating processes are possible. The process of the invention has insofar not been subjected to any limitations.

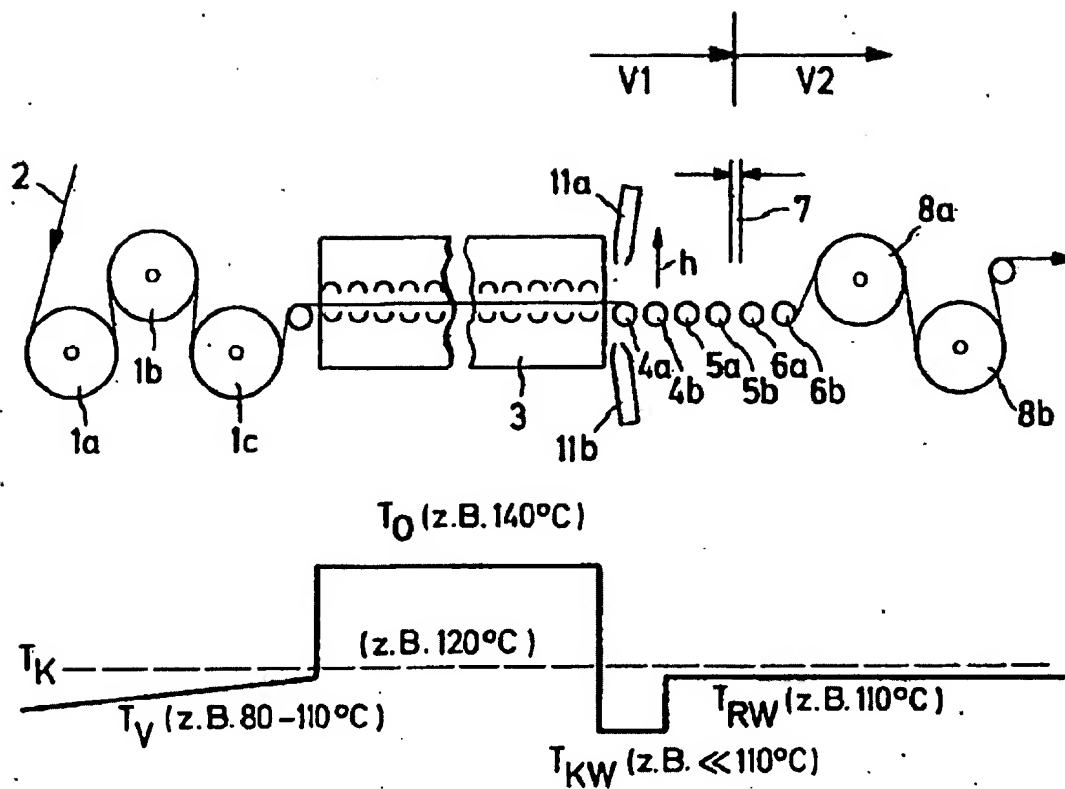


FIG. 1

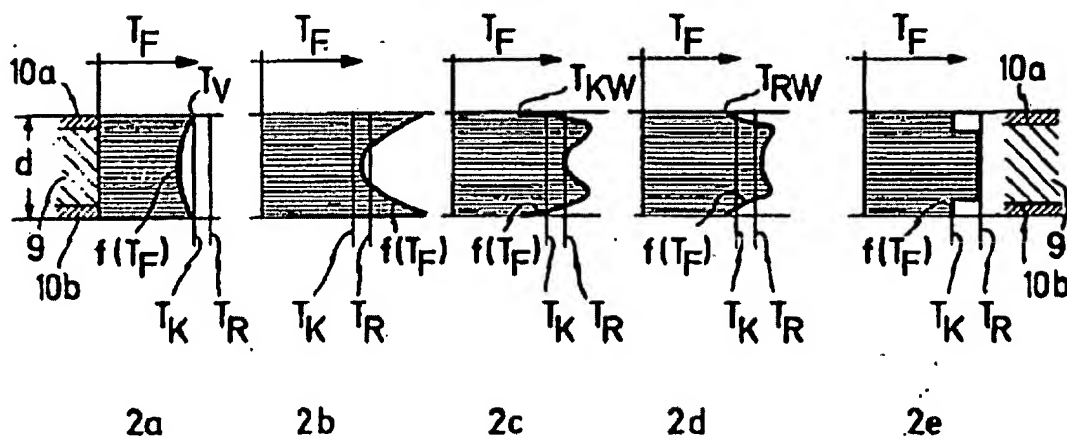


FIG. 2

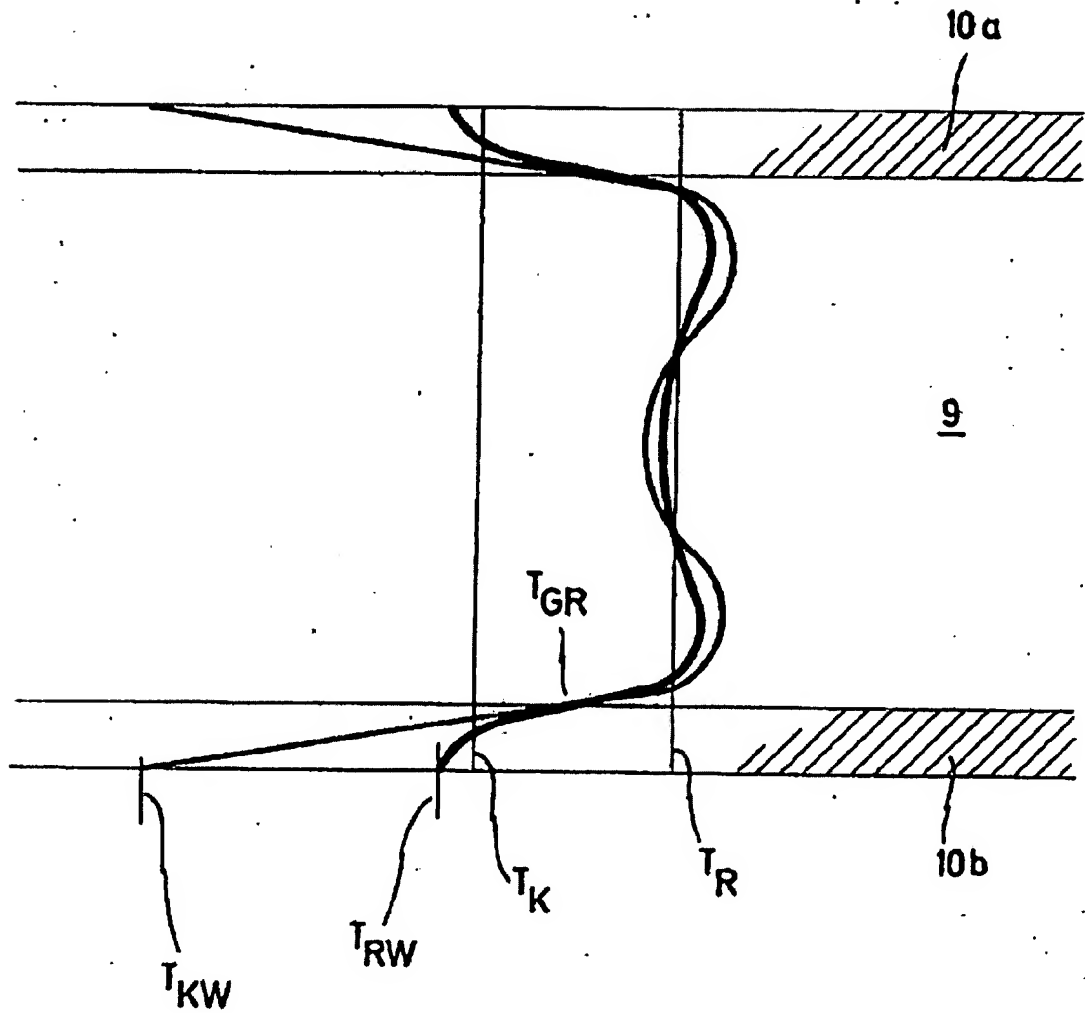


FIG. 3

⑤

Int. Cl. 2:

B 29 D 7/24

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

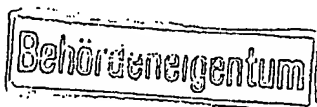
B 29 D 9/00

B 32 B 27/08

DEUTSCHES



PATENTAMT



DE 28 33 189 B 1

⑪

Auslegeschrift 28 33 189

⑫

Aktenzeichen:

P 28 33 189.7-16

⑬

Anmeldetag:

28. 7. 78

⑭

Offenlegungstag:

—

⑮

Bekanntmachungstag: 24. 1. 80

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren zum Längsrecken einer zumindest zweischichtigen thermoplastischen Kunststoffolie sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑦①

Anmelder:

Brückner-Maschinenbau Gernot Brückner GmbH & Co KG,
8221 Siegsdorf

⑦②

Erfinder:

Wellenhofer, Peter, Ing.(grad.), 8217 Mietenkam; Lange, Manfred,
8221 Waging

⑤⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Nichts ermittelt

DE 28 33 189 B 1

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Längsrecken einer zumindest zweischichtigen thermoplastischen Kunststoffolie, deren Schichten sich im Schmelzpunkt unterscheiden, wobei die höher schmelzende Schicht orientierbar und die niedriger schmelzende Schicht heißsiegelbar ist, bei dem die auf Recktemperatur erwärmte Kunststoffolie zickzack- oder mäanderartig über eine Gruppe von auf optimalen Reibungsbeiwert der niedriger schmelzenden Schicht temperierten Reckwalzen in Teilumfangsberührung geführt wird, deren Umfangsgeschwindigkeiten in Laufrichtung der Kunststoffolie zunehmen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffolie (2) vor dem Erreichen der Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) auf eine oberhalb der Recktemperatur (T_R) der höher schmelzenden Schicht (9) sowie der Klebetemperatur (T_K) der niedriger schmelzenden Schicht (10a) liegende Aufheiztemperatur (T_O) erwärmt und danach die niedriger schmelzende Schicht (9) nahezu sprunghaft während eines kurzen Zeitraumes auf eine wesentlich unterhalb der Klebetemperatur (T_K) liegende Temperatur (T_{KW}) abgekühlt wird, wodurch die Temperatur der höher schmelzenden Schicht auf die Recktemperatur (T_R) gebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung auf dreischichtige Kunststoffolien mit zwei äußeren niedriger schmelzenden Schichten (10a, 10b) beide dieser Schichten im Anschluß an die vorangegangene Erwärmung bei der Aufheiztemperatur (T_O) der nahezu sprunghaftigen Abkühlung von jeder Seite her unterworfen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffolie (2) berührungslos auf die Aufheiztemperatur (T_O) erwärmt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 3, mit einer Gruppe von Reckwalzen und einer den Reckwalzen vorgeschalteten Heizeinrichtung für die Kunststoffolie, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) und der Heizeinrichtung (3) zumindest eine Kühlwalze (4a) vorgesehen ist, welche den Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) unmittelbar vorgeordnet ist und über welche die Kunststoffolie (2) mit der niedriger schmelzenden Schicht (10a) führbar ist.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2 oder 3, mit einer Gruppe von Reckwalzen und einer den Reckwalzen vorgeschalteten Heizeinrichtung für die Kunststoffolie, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) und der Heizeinrichtung (3) zumindest zwei Kühlwalzen (4a, 4b) oder ein Vielfaches hiervon vorgesehen sind, welche den Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) unmittelbar vorgeordnet sind und über welche die Kunststoffolie (2) führbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwalzen (4a, 4b) zur Änderung des Umschlingungswinkels höhenverstellbar sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der ersten Kühlwalze (4a) eine gegen die niedriger schmelzende Schicht

bzw. Schichten (10a, 10b) gerichtete Kühlgasdüsenanordnung (11a, 11b) vorgeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwalzen (4a, 4b) leerlaufend gelagert sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlwalzen (4a, 4b) angetrieben sind und einen Bestandteil der Gruppe der Reckwalzen (5a, 5b, 6a, 6b) bilden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Heißsiegelbare, biaxial gereckte thermoplastische Kunststoffolien, insbesondere Polypropylenfolien, wurden bisher vorwiegend in zwei getrennten Verfahrensstufen hergestellt.

In der ersten Verfahrensstufe wurde gemäß verschiedenen noch zu erläuternden Verfahren die biaxial gereckte Polypropylenfolie hergestellt.

In der zweiten Verfahrensstufe wurde diese Folie auf einer oder auf beiden Seiten durch Lackiermaschinen oder durch Extrusionsbeschichtung mit zumindest einer heißsiegelbaren Außenschicht versehen.

Die biaxial gereckte Polypropylenfolie wurde im wesentlichen nach drei unterschiedlichen Verfahrensstufen hergestellt.

Beim Schlauchreckverfahren wird die Kunststoffschmelze aus einer Ringdüse als Schlauch extrudiert, mit geeigneten Mitteln möglichst rasch gekühlt und wieder auf Recktemperatur aufgeheizt. Die eigentliche Reckung findet durch Schaffung eines Überdruckes in der Blase und durch Einstellung einer bestimmten Abzugsgeschwindigkeit an einer Abquetschung statt. Die Reckverhältnisse in Längs- und Querrichtung liegen im Normalfall zwischen 5:1—9:1, so daß ein Flächenreckverhältnis von 40:1 bis 50:1 erreicht wird.

Beim Flachfolien-Simultanreckverfahren wird eine Kunststoffschmelze aus einer Breitschlitzdüse ausgepreßt und auf eine Kühlwalze oder in ein Wasserbad geführt. Anschließend wird die abgekühlte Folie auf Recktemperatur aufgeheizt und gleichzeitig mittels eines divergierenden Spindelpaares von progressiver Steigung in Verbindung mit Greifkluppen oder mittels divergierender Bahnen in Verbindung mit Scherengitterketten mit Greifkluppen nebst progressiv verengten Kettenlaufbahnen gleichzeitig längs- und quergereckt. Die Reckverhältnisse liegen dabei ähnlich wie beim Schlauchreckverfahren.

Beim Flachfolien-Zweistufenreckverfahren wird die Schmelze ähnlich wie beim Flachfolien-Simultanreckverfahren aus einer Breitschlitzdüse auf eine Kühlwalze oder in ein Wasserbad extrudiert. Anschließend wird die abgekühlte Folie jedoch in eine Längsreckmaschine geführt, in welcher sie zuerst auf Recktemperatur vorgewärmt und anschließend zwischen Reckwalzen kleineren Durchmessers in der Länge gereckt wird. Das gewünschte Längsreckverhältnis wird dabei durch entsprechende Einstellung von Umfangsgeschwindigkeitsdifferenzen der Reckwalzen erreicht. Die längsorientierte Folie wird dann unmittelbar in eine Querreckmaschine geführt, welche im Prinzip einem Textilspannrahmen ähnelt, jedoch mit dem Unterschied, daß die Greifsysteme, welche die Folienränder halten, in divergierenden Schienen geführt sind, um das nötige

ORIGINAL INSPECTED

Reckverhältnis in Querrichtung zu erzielen.

Das Schlauchreckverfahren wird noch heute insbesondere in Großbritannien und den USA angewendet. Das Flachfolien-Simultanreckverfahren konnte sich bisher aufgrund des mechanischen Aufwandes und der daraus resultierenden Begrenzungen in den Maschinengeschwindigkeiten nebst begrenzten Ausstoßleistungen nicht durchsetzen. Das Flachfolien-Zweistufenreckverfahren läßt heute die größten Ausstoßleistungen pro Einheit zu, welche zur Zeit bei über 2000 kg/Std. fertiger Folie liegen. Daher hat sich dieses Verfahren aufgrund der gegebenen Wirtschaftlichkeit allgemein durchgesetzt.

Neuerdings versteht man nun eine Mittelschicht aus thermoplastischem Kunststoff, insbesondere aus Polypropylen-Homopolymer, mit Außenschichten aus niedriger schmelzenden heißsiegelbaren Polymeren in einem einzigen Schritt mittels Koextrusion. Diese Dreischichtfolie wird danach mittels eines der drei vorangehend beschriebenen Reckverfahren biaxial gereckt. Hierbei kann die relativ unwirtschaftliche diskontinuierliche Aufbringung der heißsiegelbaren Außenschichten umgangen werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft ausschließlich das Längsrecken innerhalb des vorangehend beschriebenen Flachfolien-Zweistufenreckverfahrens gemäß der neueren Verfahrensvariante. Bei dem üblichen Verfahren dieser Art zur Herstellung einschichtiger biaxial gereckter Folien wurden die Temperaturen von in einer Längsreckmaschine enthaltenen Vorheizwalzen eingestellt, daß die Folie unmittelbar vor Reckwalzen kleineren Durchmessers auf die optimale Recktemperatur (ca. 130°C) gebracht wurde. Die Reckwalzen selbst wurden so erwärmt, daß ein möglichst großer Reibungskoeffizient erzielt wurde, ohne daß jedoch die Folie an den Reckwalzen zum Kleben kam. Die optimale Recktemperatur und die zur Erreichung eines optimalen Reibungskoeffizienten nötige Temperatur, waren nahezu identisch, so daß hier keine Probleme entstanden.

Bei der neueren Verfahrensvariante zum Recken von koextrudierten Folien mit niedriger schmelzenden Außenschichten, von welcher der Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ausgeht, war in Betracht zu ziehen, daß der Erreichung der optimalen Recktemperatur die niedrigere Schmelztemperatur der Außenschichten entgegensteht, da die niedrig schmelzenden Außenschichten bei optimaler Recktemperatur leicht an den Walzen kleben. Bei den zur Zeit eingesetzten Polymeren für die Außenschichten mit einer Schmelztemperatur von wenig unter 140°C wurde nun nach dem Stand der Technik der Effekt ausgenutzt, daß die Temperaturen der Vorheizwalzen und der Reckwalzen abgesenkt werden konnten, ohne daß sich die Qualität der so längsgereckten mittleren Schicht aus Polypropylen-Homopolymer gegenüber der Verfahrensführung mit optimaler Recktemperatur merklich unterschied. Festgestellt wurde nur ein Ansteigen der benötigten Antriebsleistung für die Reckung. Dieser Effekt wurde zurückgeführt auf eine gewisse Initiatorwirkung der niedriger schmelzenden und damit plastischeren Außenschichten. Der optimale Reibungskoeffizient an den Reckwalzen wurde bei den niedriger schmelzenden Außenschichten bei entsprechend tieferen Temperaturen an den Reckwalzen erreicht.

Es besteht jedoch das Bestreben, in Zukunft aus Gründen der Weiterverarbeitung heißsiegelbare Kunststoffe für die Außenschichten zu verwenden, welche

erheblich niedrigere Schmelz- bzw. Siegeltemperaturen als heute gebräuchlich aufweisen. Es hat sich nun gezeigt, daß bei Verwendung dieser heißsiegelbaren Kunststoffe die Temperaturen der Vorheiz- und Reckwalzen soweit abgesenkt werden müßten, um ein Kleben der niedrig schmelzenden Außenschichten an den Walzen zu vermeiden, daß eine Reckung der Mittelschicht, vorzugsweise aus Polypropylen-Homopolymer, nicht mehr möglich wäre bzw. eine Reckung bei den so erzielbaren relativ niedrigen Temperaturen zu Qualitätseinbußen führen würde.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine solche zumindest zweischichtige Folie in einer Reckwalzenanordnung, vorzugsweise als ersten Verfahrensschritt eine zum biaxialen Recken dienenden Verfahrensstufen, einwandfrei längszurecken, wobei ein Kleben der Folienoberfläche an den Reckwalzen vermieden wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnende Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch das sprungartige Absenken der auf die niedriger schmelzende Schicht einwirkenden Temperatur entsteht von der niedriger zur höher schmelzenden Schicht ein solcher zumindest während des Reckvorganges im wesentliche andauernde Temperaturverlauf senkrecht zur Folienoberfläche, daß sich die höher schmelzende Schicht auf optimaler Recktemperatur befindet, während die niedriger schmelzende Schicht eine Temperatur unterhalb der Klebetemperatur entsprechend dem optimalen Reibungskoeffizient gegenüber den Reckwalzen aufweist. Im Idealfall entspricht der Verlauf der Temperaturfunktion senkrecht zur Folienfläche einer Sprungfunktion, wobei die niedriger schmelzende Schicht über ihre gesamte Dicke eine konstante Temperatur entsprechend dem optimalen Reibungskoeffizienten aufweist, während an der Übergangsfläche zwischen den beiden Schichten die Temperatur sprungartig auf den höheren Wert entsprechend der optimalen Recktemperatur ansteigt. Dieser letztgenannte Temperaturwert wiederum sollte im Idealfall über die gesamte Dicke der höher schmelzenden Schicht konstant bleiben. In der Praxis lassen sich diese Verhältnisse nur angenähert erreichen, jedoch ist ein monotoner Anstieg der Temperatur von der Außenfläche der niedriger schmelzenden Schicht zur Übergangsfläche zwischen niedriger und höher schmelzender Schicht nicht erheblich, da es hinsichtlich der Vermeidung des Erreichens der Klebetemperatur bzw. hinsichtlich des Erreichens des optimalen Reibungskoeffizienten nur auf die an der Außenfläche der niedriger schmelzenden Schicht vorliegende Temperatur ankommt. Der Verlauf der Temperaturfunktion senkrecht zur Oberfläche der höher schmelzenden Schicht ist bei der praktischen Verfahrensdurchführung ebenfalls nicht konstant, jedoch kann erreicht werden, daß die Mindestrecktemperatur über die Gesamtdicke der höher schmelzenden Schicht nicht unterschritten wird. Insgesamt wird also durch Abschrecken der niedriger schmelzenden Schicht einerseits zumindest während des Reckvorganges ein Ankleben an den Reckwalzen vermieden, während andererseits während des Reckvorganges infolge der Wärmekapazität der Folie bzw. Folien-schichten die Temperatur der höher schmelzenden Schicht oberhalb der Mindestrecktemperatur verbleibt.

Durch die Weiterbildung nach dem Patentanspruch 2 wird die Herstellung einer dreischichtigen Folie erreicht. Während bei dem Verfahren nach dem

Patentanspruch 1 die Temperaturfunktion senkrecht zur Folienoberfläche unsymmetrisch verläuft, weist diese Funktion bei der Weiterbildung nach dem Patentanspruch 2 zwei symmetrische Äste auf.

Durch die Weiterbildung nach dem Patentanspruch 3 wird erreicht, daß die niedriger schmelzende Schicht bzw. schmelzenden Schichten problemlos erheblich über die Klebetemperatur erwärmt werden können, damit schließlich während des eigentlichen Reckvorganges in der höher schmelzenden Schicht die optimale Recktemperatur erreicht werden kann.

Durch die Weiterbildung nach dem Patentanspruch 4 wird eine zweckmäßige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 und/oder 3 geschaffen, mit welcher es möglich ist, unmittelbar vor dem Reckvorgang einen optimierten Verlauf des Temperaturgradienten in einer zweischichtigen Folie zu erreichen. Durch die Ausgestaltung nach dem Patentanspruch 5 wird diese Aufgabe auch für eine dreischichtige Folie mit zwei äußeren niedrig schmelzenden Schichten und einer mittleren höher schmelzenden Schicht erreicht.

Durch die Weiterbildung nach dem Patentanspruch 6 wird erreicht, daß der optimale Verlauf der Temperaturfunktion in Abhängigkeit vom Schichtmaterial der Kunststoffolie sowie der Materialdicke und anderen Parametern justiert werden kann. Die Ausgestaltung nach dem Patentanspruch 7 stellt ein weiteres Mittel zur Optimierung der Temperaturfunktion dar.

Durch die wahlweisen Weiterbildungen nach den Patentansprüchen 8 und 9 lassen sich weitgehende Anpassungen der Vorrichtung an unterschiedliches Folienmaterial, unterschiedliche Materialdicken und -abmessungen im Sinne der Erzielung einer optimalen Temperaturfunktion erreichen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischer Seitenansicht in Verbindung mit einem Schaubild zur Darstellung der jeweiligen auf eine zu behandelnde Kunststoffolie einwirkenden Temperatur,

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d, 2e verschiedene Schaubilder zur Darstellung des jeweiligen Temperaturverlaufs einer in der Vorrichtung nach Fig. 1 zu behandelnden Folie in einer Richtung senkrecht zur Folienoberfläche an verschiedenen Stellen der Vorrichtung, wobei eine Kunststoffolie mit einer höher schmelzenden mittleren Schicht und zwei niedriger schmelzenden Außenschichten zugrunde gelegt ist,

Fig. 3 eine Ineinanderzeichnung von Fig. 2c und 2d in demgegenüber vergrößertem Maßstab.

Es werden nachstehend folgende Bezeichnungen für die auftretenden Temperaturen verwendet:

T_F = Folientemperatur
 T_K = Klebetemperatur
 T_V = Vorheiztemperatur
 T_O = Aufheiztemperatur
 T_{KW} = Kühlwalzentemperatur
 T_R = Recktemperatur
 T_{RW} = Reckwalzentemperatur.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung umfaßt drei Vorheizwalzen 1a, 1b, 1c, um welche eine längszureckende dreischichtige thermoplastische Kunststoffolie 2 zickzackartig herumgeführt ist. Die Kunststoffolie 2 umfaßt zwei niedriger schmelzende heißsiegelbare Außenschichten 10a, 10b (Fig. 2a, 2e) und eine

längszureckende höher schmelzende mittlere Schicht 9 (Fig. 2a, 2e). Innerhalb des Bereiches der Vorheizwalzen 1a—1c steigt die Vorheiztemperatur T_V innerhalb der dreischichtigen Folie in Verlaufsrichtung monoton an, bleibt jedoch unterhalb einer Erweichungs- bzw. Klebetemperatur T_K der niedriger schmelzenden Außenschichten. Beispielsweise steigt die Vorheiztemperatur T_V der Folie auf 115°C, während die Klebetemperatur T_K beispielsweise bei 120°C liegen soll.

Nach dem Verlassen der Vorheizwalzen 1a—c wird die Folie 2 durch eine Heizeinrichtung 3, die beispielsweise mit Infrarotstrahlern ausgestattet sein kann, berührungslos auf eine Aufheiztemperatur T_O , beispielsweise auf 160°C, gebracht, die wesentlich oberhalb der Recktemperatur T_R der höher schmelzenden mittleren Schicht 9 und erst recht oberhalb der Klebetemperatur T_K der niedriger schmelzenden Schichten 10a, 10b liegt.

Nach dem Austreten aus der Heizeinrichtung 3 wird die Folie 2 zickzackartig um ein Paar von Kühlwalzen 4a, 4b geführt, welche im vorliegenden Fall mit einer Umfangsgeschwindigkeit V_1 angetrieben sind. Die Kühlwalzen 4a, 4b sind auf einer Kühlwalzentemperatur T_{KW} gehalten, welche erheblich tiefer als die Klebetemperatur T_K liegt und beispielsweise weniger als 115°C betragen kann. Hierdurch wird die Temperatur der niedriger schmelzenden Außenschichten 10a, 10b zumindest an deren Außenfläche sprunghaft auf einen solchen Wert abgesenkt, daß ein Ankleben an einer nachfolgenden Gruppe von Reckwalzen 5a, 5b, 6a, 6b nicht erfolgen kann.

Die Reckwalzen 5a, 5b sind mit einer Umfangsgeschwindigkeit V_1 angetrieben, die Reckwalzen 6a, 6b mit einer demgegenüber höheren Umfangsgeschwindigkeit V_2 , so daß zwischen den Reckwalzen 5b, 6a ein Reckspalt 7 entsteht. Die Reckwalzen 5a, 5b, 6a, 6b sind auf einer Reckwalzentemperatur T_{RW} gehalten, welche unterhalb der Klebetemperatur T_K der niedriger schmelzenden Außenschichten liegt und beispielsweise 115°C betragen kann.

Schließlich gelangt die Folie 2, falls gewünscht, über Weiterheizwalzen 8a, 8b zu einer üblichen Querreckstation, die keinen Bestandteil der vorliegenden Erfindung bildet. Die gemäß Fig. 1 lediglich längsgereckte Folie 2 kann aber auch bereits als solche Anwendung finden, und es ist nicht in jedem Fall eine zusätzliche Querreckung erforderlich.

Gemäß Fig. 2 besteht die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 erwähnte thermoplastische Kunststoffolie 2 aus einer höher schmelzenden, längszureckenden mittleren Schicht 9 und zwei niedriger schmelzenden, heißsiegelbaren äußeren Schichten 10a, 10b. Die Dicke der Schichten 10a, 10b ist beim vorliegenden Beispiel wesentlich geringer als diejenige der höher schmelzenden mittleren Schicht 9. Die Gesamtdicke der Folie 2 entspricht einem Wert d . Im rechten Teil von Fig. 2a ist der Verlauf $f(T_F)$ der Folientemperatur T_F im Einwirkungsbereich der Vorheiztemperatur T_V senkrecht zur Folienoberfläche dargestellt. Zum Vergleich sind auch noch die Klebetemperatur T_K und die Recktemperatur T_R eingetragen.

Fig. 2b zeigt den Verlauf $f(T_F)$ der Folientemperatur T_F senkrecht zur Folienoberfläche im Bereich der Aufheiztemperatur T_O . Der Temperaturverlauf $f(T_F)$ hat die Form einer Parabel mit zwei symmetrischen Ästen.

Gemäß Fig. 2c ergibt sich im Bereich der Kühlwal-

zen 4a, 4b bei Einwirkung der Kühlwalzentemperatur T_{KW} ein Temperaturverlauf $f(T_F)$ innerhalb der Folie entsprechend einer zu der Parabelfunktion $f(T_F)$ in Fig. 2b etwa spiegelbildlichen Mittelhöckerkurve. Während gemäß Fig. 2b im Bereich der Heizeinrichtung 3 die Temperatur der niedriger schmelzenden Außenschichten 10a, 10b wesentlich oberhalb der Klebetemperatur T_K liegt, ist diese letztere Temperatur gemäß Fig. 2c zumindest an den beiden Außenflächen dieser Schichten wesentlich unterschritten.

Gelangt die Folie nunmehr gemäß Fig. 2d in den Bereich der Reckwalzen 5a, 5b, 6a, 6b mit der wesentlich über der Kühlwalzentemperatur T_{KW} liegenden Reckwalzentemperatur T_{RW} , so ergibt sich ein Temperaturverlauf $f(T_F)$ innerhalb der Folie, welcher demjenigen nach Fig. 2c ähnelt, aber ein flaches ausgeprägtes Profil zeigt. Die Temperatur an den Außenflächen der niedriger schmelzenden Außenschichten 10a, 10b liegt nach wie vor unterhalb der Klebetemperatur T_K , wie dies angestrebt wird, während andererseits über die Dicke der mittleren höher schmelzenden Schicht 9 die Temperatur den der optimalen Recktemperatur T_R entsprechenden Wert nirgends wesentlich übersteigt bzw. unterschreitet. Die Vergleichmäßigung der beiden Höcker der Funktion $f(T_F)$ hängt von den angewendeten Temperaturen, den Verweilzeiten, den Wärmeübergangswerten und Stoffparametern ab.

Fig. 2e zeigt den idealen Verlauf der Funktion $f(T_F)$ senkrecht zur Oberfläche der Folie. Wie ein Vergleich von Fig. 2d mit Fig. 2e ergibt, wird in der Praxis (Fig. 2d) der ideale Temperaturverlauf in einer guten und brauchbaren Annäherung erreicht.

Das vorangehend anhand der Zeichnung dargestellte Verfahren kann in analoger Weise auch auf eine zweischichtige thermoplastische Kunststoffolie mit lediglich einer einzigen niedriger schmelzenden Schicht

(beispielsweise Schicht 10a) angewendet werden. In diesem Fall sind die Temperaturen so einzustellen, daß sich senkrecht zur Folienoberfläche ein Temperaturverlauf jeweils analog dem oberen Ast der Funktion $f(T_F)$ von Fig. 2a—2d bzw. 2e ergibt. Während bei einer zweischichtigen Kunststoffolie im Prinzip lediglich eine einzige Kühlwalze erforderlich ist, beispielsweise die Kühlwalze 4a, sind für eine dreischichtige Kunststoffolie zumindest zwei Kühlwalzen 4a, 4b, wie in Fig. 1 dargestellt, oder ein Vielfaches hiervon erforderlich.

Zur Einstellung des gewünschten Temperaturverlaufes $f(T_F)$ innerhalb der Folie hat es sich bei Notwendigkeit der Anpassung auf unterschiedliche Parameter (beispielsweise Material, Abmessungen, Dicke der Folie) als günstig erwiesen, die Kühlwalzen 4a, 4b zur Änderung des Umschlingungswinkels höhenverstellbar auszubilden. Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 könnte also die Kühlwalze 4b um einen variablen Wert h in der Höhe verstellt werden.

Zur Unterstützung der Kühlwirkung könnte weiterhin der ersten Kühlwalze 4a eine gegen die niedriger schmelzende Schicht bzw. gegen beide niedriger schmelzenden Schichten 10a, 10b gerichtete Kühldüsenanordnung 11a, 11b vorgeordnet sein. Auch können die Kühlwalzen 4a, 4b leerlaufend gelagert sein, wobei sie dann keinen Bestandteil der Reckwalzengruppe 5a, 5b, 6a, 6b bilden.

Der Erfindungsgedanke ist vorzugsweise in Verbindung mit einem Koextrusionsverfahren anwendbar, bei welchem in einem einzigen Verfahrensgang eine oder beide niedriger schmelzenden Außenschichten auf die mittlere höher schmelzende Schicht aufgebracht werden. Es sind jedoch auch andere Aufschichtungsverfahren möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insoweit keinen Beschränkungen unterworfen.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

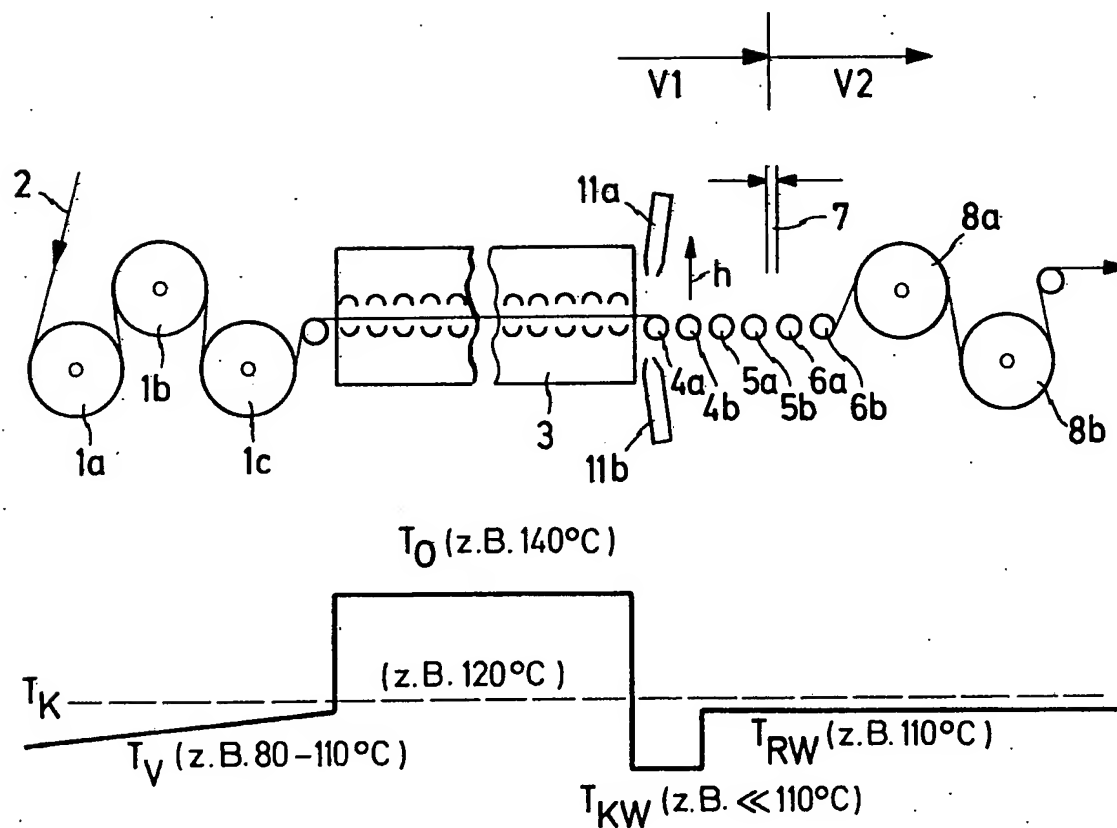


FIG. 1

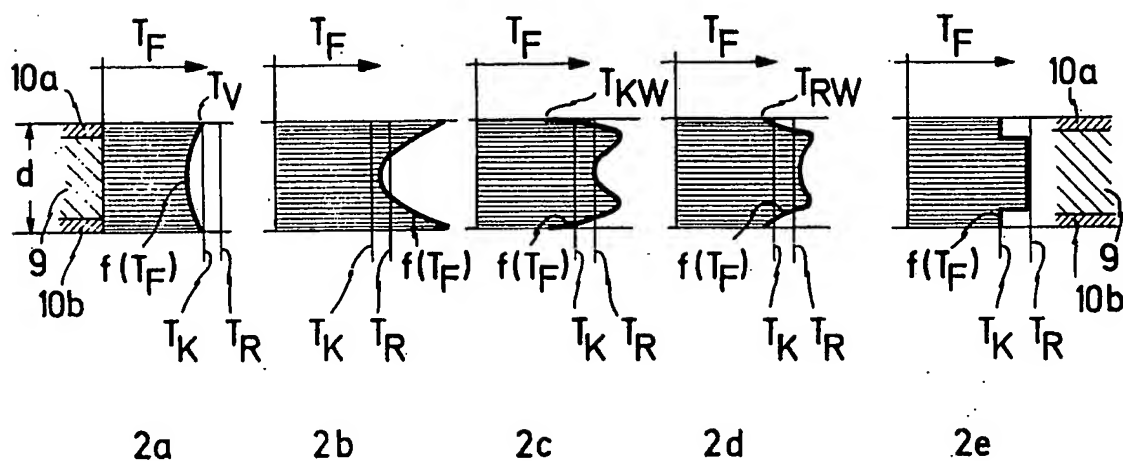


FIG. 2

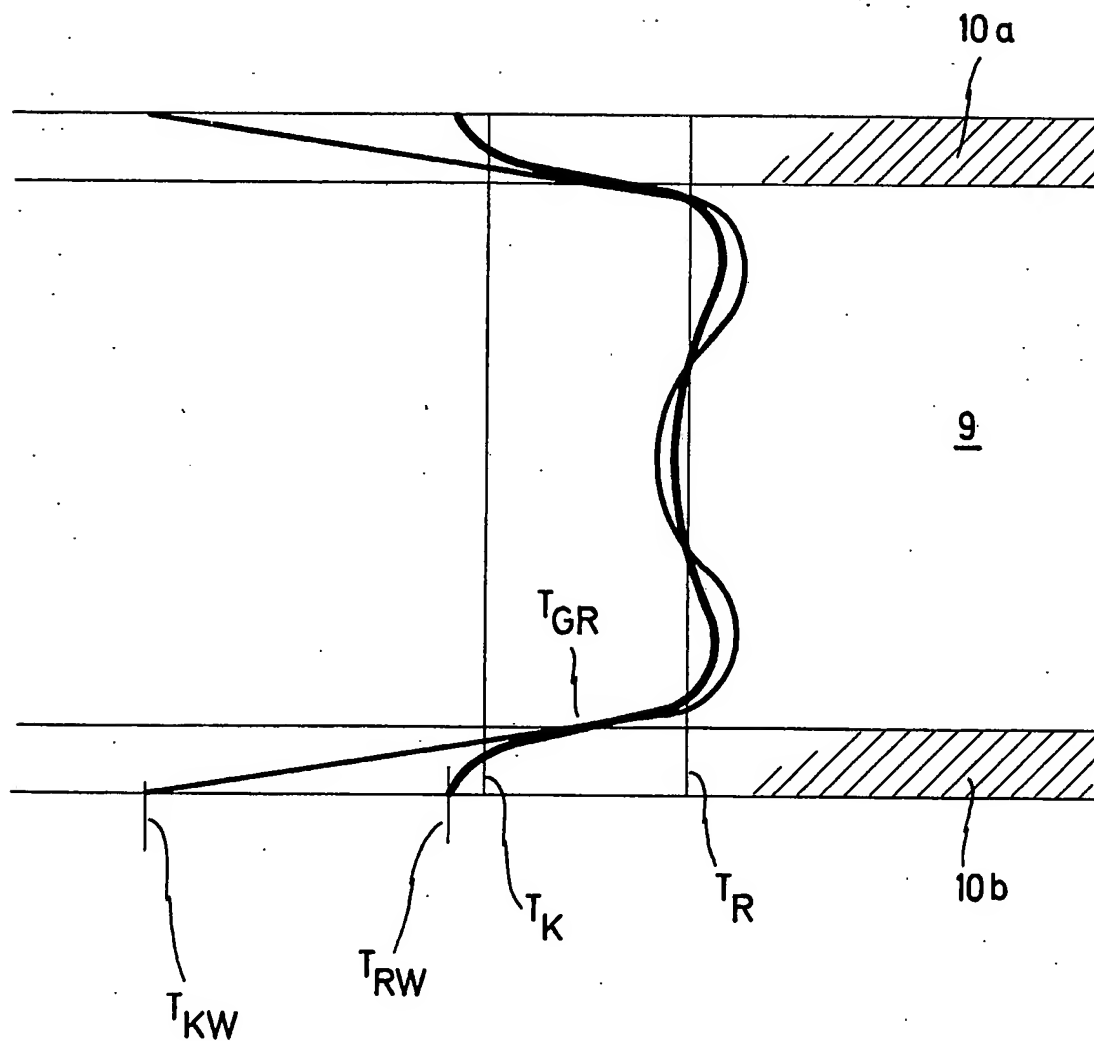


FIG. 3